

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-240544

(43)Date of publication of application : 12.09.1995

(51)Int.Cl.

H01L 41/08
C08G 18/44
H01L 41/193

(21)Application number : 06-029470

(71)Applicant : NITTA IND CORP
HIRAI TOSHIHIRO

(22)Date of filing : 28.02.1994

(72)Inventor : KASAZAKI TOSHIAKI
UEDA ATSUSHI
KAWAHARA SHINICHIRO
HIRAI TOSHIHIRO

(54) POLYURETHANE ELASTOMER ACTUATOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide an actuator which does not require such a high voltage and whose displacement amount a time when a voltage is applied is larger than that of a piezoelectric material in conventional cases.

CONSTITUTION: A polyurethane elastomer is provided with a polycarbonate-based polyol. The polycarbonate-based polyol is oriented in the direction of an electric field when a DC electric field is applied.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 02.08.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3345730

[Date of registration] 06.09.2002

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-240544

(43) 公開日 平成7年(1995)9月12日

(51) Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 41/08				
C 0 8 G 18/44	NDW			
H 0 1 L 41/193				
			H 0 1 L 41/ 08	H
			41/ 18	1 0 2
			審査請求 未請求 請求項の数1	OL (全 7 頁)

(21) 出願番号	特願平6-29470	(71) 出願人	000111085 ニッタ株式会社 大阪府大阪市中央区本町1丁目8番12号
(22) 出願日	平成6年(1994)2月28日	(71) 出願人	591179385 平井 利博 長野県上田市諏訪形940番地の13
		(72) 発明者	笠崎 敏明 奈良県大和郡山市池沢町172 ニッタ株式 会社奈良工場内
		(72) 発明者	上田 敦 奈良県大和郡山市池沢町172 ニッタ株式 会社奈良工場内
		(74) 代理人	弁理士 辻本 一義
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ポリウレタンエラストマー・アクチュエーター

(57) 【要約】

【目的】 それ程高電圧を必要としないとともに電圧が印加された際の変位量が従来の圧電材料よりも大きいアクチュエーターを提供すること。

【構成】 ポリカーボネート系ポリオールを有するポリウレタン・エラストマーであって、前記ポリカーボネート系ポリオールは直流電場が印加されると電場方向に配向するものであることを特徴とする。

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 ポリカーボネート系ポリオールを有するポリウレタン・エラストマーであって、前記ポリカーボネート系ポリオールは直流電場が印加されると電場方向に配向するものであることを特徴とするポリウレタンエラストマー・アクチュエーター。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、ポリカーボネート系ポリオールを有するポリウレタン・エラストマーの誘電体の電場配向を利用したポリウレタンエラストマー・アクチュエーターに関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来より圧電材料として次のようなものが知られている。チタン酸ジルコン酸鉛（PZT）系に代表される圧電セラミックスや、ポリフッ化ビニリデン（PVDF）に代表される圧電性高分子、或いはこれらを複合化したものである。

【0003】確かに、これらのものは実際にスピーカーやヘッドホンの材料として使用されており、このような特定の用途に対しては優れた性能を見せている。

【0004】しかし、前記の圧電材料はその厚みが2mmの場合には通常約10kVもの高電圧を必要とするとともに、駆動される電歪量がせいぜい約0.1%以下とあまり大きくないのでアクチュエーターとしての用途には不向きである。

【0005】

【発明が解決しようとした課題】そこで、この発明はそれ程高電圧を必要としないとともに電圧が印加された際の変位量が従来の圧電材料よりも大きいアクチュエーターを提供することを課題とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決するために、この発明のポリウレタンエラストマー・アクチュエーターは、ポリカーボネート系ポリオールを有するポリウレタン・エラストマーであって、前記ポリカーボネート系ポリオールは直流電場が印加されると電場方向に配向するものであることを特徴とする。

【0007】

【作用】この発明のポリウレタンエラストマー・アクチュエーターに直流電場を印加すると、ポリカーボネート系ポリオールが電場方向に配向し、ポリウレタン・エラストマーを構成する高分子のコンフォメーションの変化が誘起される。前記ポリカーボネート系ポリオールを電場方向に配向させるためには直流電場を印加する必要があるが、そのための電圧として従来の圧電材料（例えば圧電セラミックス等）が必要とする約10kV（2mm厚）もの高電圧は必要とせず、約5kV（2mm厚）以下の電圧でも十分に変位可能である。さらに、従来の圧電材料の電歪量はせいぜい約0.1%程度であったが、

2

この発明のものによると0.2%程度か若しくはこれ以上の変位が可能である。

【0008】なお、ポリカーボネート系ポリオールは直流電場が印加されると電場方向に配向する態様として、ポリカーボネート系ポリオールが、誘電性のポリオール又は比較的強い双極子モーメントを有する置換基を持つものであるとすることができる。

【0009】この発明の構成によると、異方的な力が極めて高速で発生して変位が生じ、この変位をアクチュエーションに利用することができる。この発明のものにおいて変位が生ずる機構は、ポリカーボネート系ポリオールが電場方向に配向する誘電性に起因し、その電場による配向とそれによって誘起される高分子のコンフォメーションの変化に基づくものである。

【0010】従って、次段階として、ポリウレタン・エラストマーを構成する高分子鎖の集合状態の異方性などの高次構造がアクチュエーションの大きさを決める要因の一つとなる。構造変化は電場によって連続的、且つ電圧を5kV（2mm厚）印加時までは概ね変位量の変化率が増加していく態様で起こり、従って、発生する力や変形量は電場によって制御できる。このことは、系に電流を通じる条件下で測定した場合においてもアクションが電流に依存せず一定となることを意味している。

【0011】また、事実上電流が流れない条件下（例えば1mA程度）でも変位が可能であるということは、熱的にエネルギーが散逸することが避けられ、電気エネルギーを高効率で機械エネルギーに変換できることを示唆している。つまり、実効電流が事実上ゼロに近い状態で分子配向のみによってポリウレタン・エラストマーの形状を変化させることが可能であり、この変位の際に生じる機械的変形エネルギーをアクチュエーションに用いることができる。

【0012】

【実施例】以下、この発明を実施例により更に具体的に説明する。

【0013】この実施例のポリウレタンエラストマー・アクチュエーターの変位機構は高分子鎖のコンフォメーション変化に起因するもので、応答速度はポリウレタン・エラストマーの誘導性などによるが、概ねミリ秒から100ミリ秒のオーダーである。変位量はポリウレタン・エラストマー固有の架橋度などに起因する構造と物性に最も大きく依存している。因みに、例えば従来の荷電性ゲルのように化学反応を伴うものと比較すると、応答性が極めて速い。

【0014】ポリウレタン・エラストマーの構造上の必要成分はソフト・セグメントとハード・セグメントとを構成する成分と物理強度の改変に必要な硬化剤との三成分であり、このポリウレタン・エラストマーに起因する弾性機能をアクチュエーターに用いるのである。このため、各種の関連化合物及びそれらの組合せについて電場

3

による駆動性能の検討を行った。

【0015】なお、ポリウレタン・エラストマーは次に示すような方法で得ることが出来る。即ち、ポリカーボネート系ポリオール及び有機ポリイソシアネート及び鎖伸長剤を用いて、従来公知の方法により反応を行う。例えば、このポリカーボネート系ポリオールと有機ポリイソシアネートとを反応させてウレタンプレポリマーを得て、次いでこれに鎖伸長剤を反応せしめる方法、或いは、前記三成分を所定の割合で同時に反応せしめる所謂ワンショット法等が有る。ポリカーボネート系ポリオールと有機ポリイソシアネートとのNCO/OHモル比は1.5~9の範囲が好ましい。

【0016】ポリイソシアネートとしては、分子内に2個以上のイソシアネート基を有するものであればよく、例えば、トリメチレンジイソシアネート、テトラメチレンジイソシアネート、ペンタメチレンジイソシアネート、ヘキサメチレンジイソシアネート、2, 4, 4-トリメチルヘキサメチレンジイソシアネート、2, 2, 4-トリメチルヘキサメチレンジイソシアネート、ドデカメチレンジイソシアネート、1, 3-シクロペンタンジイソシアネート、1, 3-シクロヘキサジイソシアネート、1, 4-シクロヘキサジイソシアネート、4, 4'-メチレンビス(シクロヘキシルイソシアネート)、1-メチル-2, 4-シクロヘキサジイソシアネート、1-メチル-2, 6-シクロヘキサジイソシアネート、1, 3-ビス(イソシアネートメチル)シクロヘキサン、1, 4-ビス(イソシアネートメチル)シクロヘキサン、m-フェニレンジイソシアネート、p-フェニレンジイソシアネート、1, 5-ナフタレンジイソシアネート、4, 4'-ジフェニメタンジイソシアネート、2, 4-トリレンジイソシアネート、2, 6-トリレンジイソシアネート、4, 4'-トールイジンジイソシアネート、ジアニジンジイソシアネート、4, 4'-ジフェニルエーテルジイソシアネート、1, 3-キシレンジイソシアネート、 ω , ω' -ジイソシアネート-1, 4-ジエチルベンゼン、ポリメチレンポリフェニルポリイソシアネート、及びこれらのポリイソシアネート類のイソシアヌレート化変性品、カルボジイミド化変性品、ビュレット化変性品等が挙げられる。これらは1種のみを用いてもよいし或いは2種以上を併用してもよい。

【0017】ポリカーボネート系ポリオールとしては従来公知のポリオール(多価アルコール)とホスゲン、クロル炭酸エステル、ジアルキルカーボネート又はジアルキルカーボネートとの縮合によって得られ、種々の分子量のものが知られている。このようなポリカーボネート系ポリオールとして特に好ましいものはポリオールとして、1, 6-ヘキサジオール、1, 4-ブタンジオール、1, 3-ブタンジオール、ネオペンチルグリコール、又は1, 5-ペンタンジオールを使用したものであ

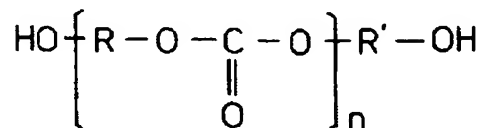
4

り、その分子量が約500~10000の範囲のものである。

【0018】例えば、下記一般式(化1)で表されるポリカーボネートジオール、

【0019】

【化1】



【0020】(ここで、R及びR'は、互いに同じか又は別々の、炭素数2~10の2価の単価水素基であり、nは整数である。)が挙げられる。

【0021】このポリカーボネート系ウレタンプレポリマーのポリオール部分の構造は、上記のようなポリカーボネート系ポリオールをはじめ、ポリカーボネート系ポリオールとポリカプロラクトン系ポリオールのランダム共重合体、ポリカーボネート系ポリオールとポリエステル系ポリオールのランダム共重合体、ポリカーボネート系ポリオールとポリエーテル系ポリオールのランダム共重合体、或いは、ポリカーボネート系ポリオールとその他のポリオール、例えば、ポリカプロラクトン系ポリオール、ポリエステル系ポリオール、ポリエーテル系ポリオールとの混合物などが挙げられ、それぞれ単独で使用されたり又は複数併用されたりする。

【0022】また、前記ポリカーボネート系ポリオールに対し、ポリエステル系ポリオール、ポリエーテル系ポリオール、ポリブタジエン系ポリオール、ポリオレフィン系ポリオールの1種又は2種以上を適宜ブレンドしたもの等を使用することができる。

【0023】硬化剤としては、ウレタンプレポリマーを硬化してポリウレタン・エラストマーを生成させる際に一般的に用いられているものでよい。例えばポリオール化合物、ポリアミン化合物等が挙げられる。ポリオール化合物としては、1級ポリオール、2級ポリオール、3級ポリオールのいずれを用いてもよい。具体的には、トリメチロールプロパン(「TMP」)、エチレングリコール、1, 3-プロパンジオール、1, 4-ブタンジオール、1, 5-ペンタンジオール、1, 6-ヘキサジオール、プロピレングリコール、ジプロピレングリコール、1, 2-ブタンジオール、1, 3-ブタンジオール、2, 3-ブタンジオール、1, 2-ペンタンジオール、2, 3-ペンタンジオール、2, 5-ヘキサジオール、2, 4-ヘキサジオール、2-エチル-1, 3-ヘキサジオール、シクロヘキサジオール、2-エチル-2-(ヒドロキシメチル)-1, 3-プロパンジオール、N, N-ビス(2-ヒドロキシプロピル)アニリン、ヒドロキノン-ビス(β -ヒドロキシエチル)エーテル、レゾルシノール-ビス(β -ヒドロキシエチル)エーテル等が挙げられる。ポリアミン化合物として

はジアミン、トリアミン、テトラアミン等、1級アミン、2級アミン、3級アミンのいずれも用いることができる。具体的にはヘキサメチレンジアミン等の脂肪族アミン、3, 3'-ジメチル-4, 4'-ジアミノジシクロヘキシルメタン等の脂環族アミン、4, 4'-メチレンビス-2-クロロアニリン、2, 2', 3, 3'-テトラクロロ-4, 4'-ジアミノフェニルメタン、4, 4'-ジアミノジフェニル、1, 2-ビス(2-アミノフェニルチオ)メタン、トリメチレングリコールパラアミノベンゾエート等の芳香族アミン、2, 4, 6-トリ

【0024】上記の硬化剤と前記の組成から得られたウレタンプレポリマーとを混合し同ウレタンプレポリマーを硬化させるための方法として、ウレタンプレポリマーに対する硬化剤の混合割合、硬化温度、硬化時間等を含めて公知の方法で行うことができる。

【0025】この実施例に用いるポリウレタン・エラストマーは添加剤等を含有するものとしてもよい。添加剤として例えば非イオン性の可塑剤、難燃剤、充填剤、安定剤、着色剤等がある。

【0026】可塑剤としては、例えばフタル酸ジオクチル(「DOP」)、フタル酸ジブチル(「DBP」)、アジピン酸ジオクチル(「DOA」)、トリエチレングリコールジベンゾエート、トリクレジルホスフェート、フタル酸ジオクチル、ペンタエリス托ールの脂肪酸エステル、セバシン酸ジオクチル、アゼライン酸ジイソオクチル、アジピン酸ジブトキシエトキシエチルなどを利用できる。

【0027】前記組成の組合せによる多数のポリウレタン・エラストマーを厚さ2mmのプレート状に成型した後、これらについて直流電場を印加しその機械的応答性を歪みセンサーを用いて計測した。即ち、プレート状に成型したポリウレタン・エラストマーの上下面を電極板で挟み電圧を印加した。ポリウレタン・エラストマーの厚さ変化を歪みセンサーで観測し、電位、電流の影響などを測定した。

【0028】以下、具体的実施例を示す。各実施例は次のような手順により行った。ポリカーボネート系ポリオール成分100重量部(以下(1)に示す)にポリイソシアネート成分(以下(2)に示す)を加え窒素気流下において85℃で1時間反応させて末端イソシアネート基を有するウレタンプレポリマーを得る。

【0029】得られたウレタンプレポリマーのイソシアネート基(「NCO」)含有量、及び80℃における粘度を測定した(表1に示す)。ウレタンプレポリマーの粘度はハーケ回転粘度計・ロトビスコRV-12を用いて求めた。

【0030】上記のようにして得たウレタンプレポリマ

ー100重量部を80℃に保温し、硬化剤(以下(3)に示す)を溶融させて混合し、予め110℃に保温しておいた厚み2mmの金型に注ぎ込んで110℃で16時間オープン中に放置し硬化反応を完成させた。そして硬さ(JIS-A)を測定した(表1に示す)。ここで、硬化剤として4, 4'-メチレンビス(ジクロロアニリン)を用いた場合の溶融温度は140℃、これ以外の硬化剤を使用した場合の溶融温度は80℃とした。

実施例1

(1) 平均分子量(数平均分子量を指す、以下同じ)が2,055のポリカーボネート系ポリオール(日本ポリウレタン工業株式会社製、商品名ニッポラン980R、以下同様)。

(2) パラフェニレンジイソシアネート(PPDI、デュポン社製、商品名ハイレン、以下同様)…15.8重量部。

(3) 4, 4'-メチレンビス(ジクロロアニリン)(イハラケミカル工業株式会社製、TCDAM、以下同様)…15.3重量部。

実施例2

(1) 前記ニッポラン980R(実施例1参照)と、平均分子量が1,986のポリテトラメチレンエーテルグリコール(保土谷化学工業株式会社製、商品名PTG2000SN)とを7:3でブレンド。

(2) 前記PPDI(パラフェニレンジイソシアネート、実施例1参照)…15.9重量部。

(3) 前記TCDAM(4, 4'-メチレンビス(ジクロロアニリン)、実施例1参照)…14.6重量部。

実施例3

(1) 平均分子量が2,014のポリカーボネート系ポリオールとポリカプロラクトン系ポリオールのランダム共重合体(日本ポリウレタン工業株式会社製、商品名ニッポラン982R、以下同様)と前記ニッポラン980R(実施例1参照)とを7.5:2.5でブレンド。

(2) 前記PPDI(パラフェニレンジイソシアネート、実施例1参照)…15.9重量部。

(3) 前記TCDAM(4, 4'-メチレンビス(ジクロロアニリン)、実施例1参照)…15.0重量部。

実施例4

(1) 前記ニッポラン982R(実施例3参照)。

(2) 前記PPDI(パラフェニレンジイソシアネート、実施例1参照)…16.0重量部。

(3) 前記TCDAM(4, 4'-メチレンビス(ジクロロアニリン)、実施例1参照)…14.9重量部。

実施例5

(1) 前記ニッポラン980R(実施例1参照)と、平均分子量が2,000のポリカプロラクトン系ポリオール(ダイセル化学工業株式会社製、商品名ブラクセル220N)とを4:1でブレンド。

(2) 前記PPDI(パラフェニレンジイソシアネート

ト、実施例1参照) …15.6重量部。

(3) 前記TCDAM(4,4'-メチレンビス(ジクロロアニリン)、実施例1参照) …14.0重量部。

実施例6

(1) 前記ニッポラン982R(実施例3参照)。

(2) 前記PPDI(パラフェニレンジイソシアネート、実施例1参照) …16.0重量部。

(3) ヒドロキノン-ビス-(β-ヒドロキシエチル)エーテル(Eastman社製、商品名HQEE、以下同様) …8.8重量部。

実施例7

(1) 平均分子量が1,892のポリカーボネート系ポリオール(大日本インキ化学工業株式会社製、商品名HYDOL-ODX2398、以下同様)。

(2) 前記PPDI(パラフェニレンジイソシアネート、実施例1参照) …16.8重量部。

(3) 1,4-ブタンジオール(1,4-BD、関東化学株式会社製、以下同様) …4.1重量部。

実施例8

(1) 前記HYDOL-ODX2398(実施例7参照)。

(2) トリレンジイソシアネート(TDI、日本ポリウレタン工業株式会社製、商品名コロネートT-10、以下同様) …16.6重量部。

(3) 4,4'-メチレンビス-2-クロロアニリン(MOCA、イハラケミカル工業株式会社製、商品名キュアミンMT、以下同様) …10.6重量部。

実施例9

(1) 前記ニッポラン980R(実施例1参照)と、平均分子量が1,415のポリテトラメチレンエーテルグリコール(保土谷化学工業株式会社製、商品名PTG1400SN、以下同様)とを6:4でブレンド。

(2) 4,4'-ジフェニルメタンジイソシアネート(MDI、日本ポリウレタン工業株式会社製、商品名ミリオネートMT、以下同様) …29.0重量部。

(3) 前記HQEE(実施例6参照) …5.9重量部

と、前記1,4-BD(実施例7参照) …2.4重量部とをブレンド。

実施例10

(1) 前記ニッポラン980R(実施例1参照)と、前記PTG1400SN(実施例9参照)とを6:4でブレンド。

(2) 前記MDI(実施例9参照) …29.0重量部。

(3) 前記HQEE(実施例6参照) …11.1重量部。

【0031】上記のようにして成型したエラストマーの寸法、形状、測定条件は下記の通りである。

① エラストマーの寸法：縦25mm×横25mm×厚さ2mm。

② エラストマーの形状：偏平な厚みのある板状で、ゴム状の弾性を持つ。

③ 印加電圧：0.5kV、1.0kV、1.5kV、2.0kV、2.5kV、3.0kV、3.5kV、4.0kV、4.5kV、5.0kV。

④ 収縮率：試料の厚みの変化は、レーザー式変位計で測定した。

【0032】収縮率(%)は、電圧印加時の収縮変位量を、電圧印加前の試料の厚み(2mm)に対する比率で示した。

⑤ 発熱：発熱は、各実施例を通して観測できなかった。なお、エラストマーの温度はエラストマー中に刺し込んだ熱電対によって測定した。

【0033】表1及び図面に示すグラフに、各実施例に於けるポリウレタンエラストマー・アクチュエーターの測定結果等を示す。なお、グラフは、印加電圧(kV)を厚み(2mm=0.2cm)で割って求めた電界(kV/cm)の値を横軸に、上記収縮率(%)を縦軸にとって記載した。

【0034】

【表1】

実施例	NCO% (測定/理論)	粘度 (cps)	硬さ (JIS-A)	収縮率(%)		
				1 kV	3 kV	5 kV
1	3.68/3.54	16000	89	0.05	0.40	1.11
2	3.50/3.57	13840	86	0.05	0.34	0.48
3	3.59/3.59	17690	90	0.10	0.29	0.48
4	3.57/3.61	6930	87	0.20	0.44	0.48
5	3.37/3.54	9160	88	0.18	1.36	1.95
6	3.57/3.61	6930	92	0.14	1.14	1.37
7	3.65/3.77	36160	94	0.05	0.33	0.57
8	3.17/3.10	11800	85	0.20	0.59	0.79
9	3.85/3.68	10540	80	0.22	0.35	0.44
10	3.85/3.68	10540	88	0.40	0.62	0.67

【0035】各測定結果に示されるように、各実施例のものは5.0 kV以下という低電場の印加でしたがって絶縁破壊の生じない殆ど電流値の観測されない条件下において、大きな変位量を得られるという利点がある。すなわち、低電圧すなわち低エネルギーでの変位が可能である。

【0036】また、電圧を5.0 kV（電界25 kV/cm）まで印加した過程において観察された各実施例の電場方向のエラストマーの変位量のグラフ（図1）によると、概ね下方に向けて凸の曲線となる態様で増加した。つまり、電圧を5.0 kV印加時（電界25 kV/cm）までは、概ね変位量の変化率が増加していく態様となっている。

【0037】それぞれの実施例中、実施例5では5.0 kV（電界25 kV/cm）の電場印加で電場方向に1.95%の速やかな収縮を観察した。一方、比較例たる圧電材料のポリフッ化ビニリデン・フィルムの同等条件下に於ける駆動量は0.1%以下である。すなわち、5.0 kVの電場印加時において、実施例5のものの駆動量は比較例と比較して200倍弱に達するものである。

【0038】従来のチタン酸ジルコン酸鉛（PZT）系に代表される圧電セラミックスやポリフッ化ビニリデン（PVDF）に代表される圧電性高分子或いはこれらを複合化したものとは相違し、この実施例のものはソフトマテリアルとして機能するものであるという利点がある。また、各実施例に於けるJIS-A値の硬度は80から94程度でありエラストマー材料としては高弾性率であるので、機械的特性に優れるとともに駆動力が大きいといえることができる。すなわち、この実施例のものはアクチュエーターとして好適な適性を有する。

【0039】この実施例のものによると直流電場を印加することによって誘電性のポリカーボネート系ポリオ

20

ル成分が電場方向に配向し、エラストマーの構造が異方的に変化することを利用して、実効電流が事実上ゼロに近い状態（即ち、発熱を最小限に抑えながら）で分子配向のみによってエラストマーの形状を変化させることができ、この形状変化の際に生じる機械的変形エネルギーをアクチュエーションとして用いることができる。この実施例のものを変位させる際に電気分解や発熱は殆ど伴わないのは、ポリカーボネート系ポリオールを電場方向に配向させる際に化学反応を伴わないためであると考えられる。

30

【0040】この実施例のポリウレタンエラストマー・アクチュエーターは圧電セラミックスのように結晶粒界によって駆動されるのではなく、本質的に原理が異なり、ポリウレタン・エラストマーの非晶領域を構成しているソフト・セグメント双極子の電場配向に起因すると考えられる。つまり、このものの駆動原理は従来より知られている配向結晶化PVDFや結晶粒界の電場による歪みの現象等とは全く異なる新規な駆動原理に拠るものであるといえる。

40

【0041】また、ソフト・セグメント個々の挙動がポリウレタンエラストマー・アクチュエーター全体の歪となるので、大きな力を発生することができる。さらに、ポリウレタン・エラストマーは弾性体でありソフトであるので、加工性に富むアクチュエーターを得ることができる。このポリウレタンエラストマー・アクチュエーターは微細加工によってマイクロ・マシン化できるため高精度でソフト且つ微細なアクションを求められるマイクロ・サージューリーなどにも利用されるマニピュレータなどへの適用が可能である。その上、ポリウレタン・エラストマーの化学組成の組合せを変えることで、極めて大きな駆動量を有するアクチュエーターを作成することができる。

50

【0042】なお、例えばゲル状の材料の場合に必要と

する溶媒を全く含まない状態においてポリマー構造の制御だけで駆動性能を引き出せるということは、ポリウレタン・エラストマー材料が汎用性の材料であることを考慮すると非常に大きな利点である。

【0043】

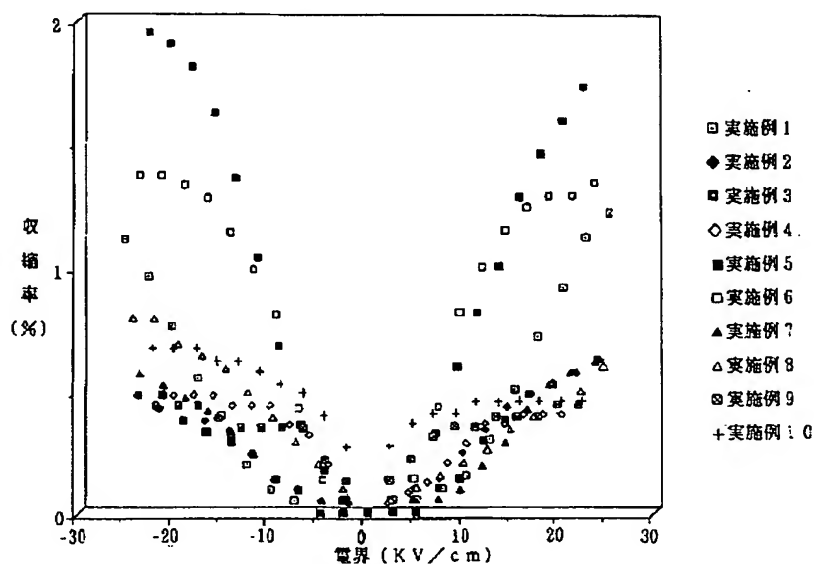
【発明の効果】以上説明した通り、この発明は次の効果を有する。

【0044】それ程高電圧を必要としないとともに、電圧が印加された際の変位量が従来の圧電材料よりも大きいアクチュエーターを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】厚み2mmの試料に対して電圧を5.0kVまで印加した過程において観察された各実施例の電場方向の収縮率を示すグラフ。

【図1】



フロントページの続き

(72)発明者 河原 伸一郎

奈良県大和郡山市池沢町172 ニッタ株式
会社奈良工場内

(72)発明者 平井 利博

長野県上田市諏訪形940番地の13